

# BEST AVAILABLE COPY

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
3. Juni 2004 (03.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/047144 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01L Walter [DE/DE]; Röttenäckerstr. 7, 90427 Nürnberg (DE).  
ULLMANN, Andreas [DE/DE]; Kornstädter Str. 16 A,  
90765 Fürth (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003770
- (22) Internationales Anmeldedatum: 13. November 2003 (13.11.2003)
- (74) Anwalt: LOUIS PÖHLAU LOHRENTZ; Postfach 3055,  
90014 Nürnberg (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- (30) Angaben zur Priorität:  
102 53 953.7 19. November 2002 (19.11.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- Veröffentlicht:  
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-  
öffentlichen nach Erhalt des Berichts
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): CLEMENS, Wolfgang  
[DE/DE]; Kornstr. 5, 90617 Puschendorf (DE). FIX,
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: ORGANIC ELECTRONIC COMPONENT COMPRISING A STRUCTURED, SEMI-CONDUCTIVE FUNCTIONAL  
LAYER AND A METHOD FOR PRODUCING SAID COMPONENT

(54) Bezeichnung: ORGANISCHES ELEKTRONISCHES BAUELEMENT MIT STUKTURIERTER HALBLEITENDER  
FUNKTIONSSCHICHT UND HERSTELLUNGSVERFAHREN DAZU

(57) Abstract: The invention relates to an organic electronic component such as an organic field-effect transistor and a method  
for producing said component. According to the invention, the semi-conductive layer of the component is structured, although said  
component can be produced by a cost-effective printing process. To achieve this, the lower functional layer is prepared by a treatment,  
in such a way that it comprises sub-sections, which are exposed to wetting in a subsequent process step and sub-sections that are not  
exposed to wetting.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein organisches elektronisches Bauelement wie einen organischen Feld-Effekt-Trans-  
istor und ein Herstellungsverfahren dazu, wobei die halbleitende Schicht des Bauelements strukturiert ist, obwohl das Bauelement  
im preisgünstigen Druckverfahren herstellbar ist. Um dies zu erreichen wird die untere Funktionsschicht durch eine Behandlung so  
präpariert, dass sie Teilbereiche hat, auf denen im nachfolgenden Prozessschritt Benetzung stattfindet und Teilbereiche, auf denen  
keine Benetzung erfolgt.

WO 2004/047144 A2

## Beschreibung

Organisches elektronisches Bauelement mit strukturierter halbleitender Funktionsschicht und Herstellungsverfahren dazu

5

Die Erfindung betrifft ein organisches elektronisches Bauelement wie einen organischen Feld-Effekt-Transistor und ein Herstellungsverfahren dazu, wobei die halbleitende Schicht des Bauelements strukturiert ist.

10

Bei organischen elektronischen Bauelementen werden die organischen halbleitenden Funktionsschichten üblicherweise großflächig durch Spin-coating, Aufsprühen, Rakeln oder ähnliches als homogene großflächige aber sehr dünne Funktionsschichten aufgebracht.

15

Bei einer integrierten Schaltung kann das zu Problemen führen, da Leckströme von einem Bauelement oder von einer Elektrode zur nächsten entstehen, wenn die halbleitenden Funktionsschichten der Bauelemente aneinander stoßen. Diese Leckströme stören die Performance der Schaltung zum Teil erheblich. Deshalb werden Versuche unternommen, die halbleitenden Funktionsschichten zu strukturieren und/oder sie auf die aktiven Flächen, also die Bereiche wo sich Stromkanäle ausbilden, zu reduzieren. Diese Strukturierung kann bei photolithographisch hergestellten Bauelementen durch entsprechende Belichtungsmasken erreicht werden. Für eine breite Anwendung werden aber photolithographisch hergestellte Bauelemente zu teuer. Deshalb wird bei der Entwicklung der Elemente auf preisgünstige Druckherstellungsmethoden fokussiert.

20

25

30

Die halbleitende Funktionsschicht kann jedoch nicht durch herkömmliche Druckmethoden strukturiert aufgebracht werden, weil diese Schicht sehr dünn sein muss (typischerweise kleiner 100nm), damit sie funktioniert. Die beispielsweise für die halbleitende Funktionsschicht geforderten Schichtdicken

35

sind herkömmlicherweise nur über Belackung wie Coating, Aufsprühen etc. zu erreichen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, bei gedruckt hergestellten organischen elektronischen Bauelementen eine Strukturierung einer dünnen, insbesondere der halbleitenden Funktionsschicht zu ermöglichen, ohne dass dabei die Schichtdicke der betroffenen Funktionsschicht gegenüber einer normalerweise durch Belackung (Coating, Aufsprühen, Einrakeln) hergestellten, z.B. halbleitenden, Funktionsschicht gesteigert wird.

Gegenstand der Erfindung ist ein organisches elektronisches Bauelement mit einer strukturierten halbleitenden Funktionsschicht einer Dicke kleiner 100nm, wobei die Strukturierung dadurch entsteht, dass eine untere Funktionsschicht nur partiell mit dem organischen Funktionsmaterial der nächsten Funktionsschicht benetzt wird. Außerdem ist Gegenstand der Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines organischen elektronischen Bauelements, bei dem durch gezielte Behandlung einer unteren Funktionsschicht eine obere Funktionsschicht trotz großflächiger Auftragung strukturiert erzeugt wird.

Nach einer Ausführungsform des Verfahrens wird eine halbleitende Schicht strukturiert erzeugt.

Nach einem Ausführungsbeispiel wird die untere Funktionsschicht durch einen Lack partiell abgedeckt, der durch Drucken in ganz geringer Schichtdicke aufbringbar ist.

Als obere, strukturierte Funktionsschichten können durch das Verfahren halbleitende, isolierende, und/oder leitende organische Funktionsschichten, aber natürlich auch anorganische Funktionsschichten, wie z.B. dünne Metallschichten strukturiert hergestellt werden.

Die untere Funktionsschicht ist je nach Aufbau des organischen elektronischen Bauelements und der oberen Schicht das Substrat, eine leitende Funktionsschicht etc.

5 Als „gezielte Behandlung“ wird die partielle Abdeckung und/oder die lokale Veränderung der unteren Funktionsschicht bezeichnet, die bewirkt, dass in ausgewählten Bereichen der unteren Funktionsschicht beim Belacken mit dem Material Be-  
10 netzung stattfindet oder vermieden wird (also „partielle Be- netzung“ stattfindet), kann mittels einer Druckmethode, durch Laserbehandlung, Wärmebehandlung, andere physikalische, elektrische oder chemische Behandlung, immer jedoch partiell und mit einer Auflösung im  $\mu\text{m}$ -Bereich, erfolgen. Beispielhaft  
15 genannt sei die partielle Kontaktierung mit Säure/Base oder anderen reaktiven chemischen Substanzen, physikalische Effekte wie Licht, Wärme, Kälte und schließlich die mechanische Behandlung wie Reiben. Die Folge der Behandlung ist in jedem Falle die, dass die nächste Funktionsschicht auf den behan-  
20 delten Stellen nicht oder nur dort benetzt.

20 Der Begriff „organisches Material“ und/oder „Funktionspoly- mer“ umfasst hier alle Arten von organischen, metallorgani- schen und/oder anorganischen Kunststoffen, die im Englischen z.B. mit „plastics“ bezeichnet werden. Es handelt sich um al-  
25 le Arten von Stoffen mit Ausnahme der Halbleiter, die die klassischen Dioden bilden (Germanium, Silizium), und der ty- pischen metallischen Leiter. Eine Beschränkung im dogmati- schen Sinn auf organisches Material als Kohlenstoff enthal- tendes Material ist demnach nicht vorgesehen, vielmehr ist  
30 auch an den breiten Einsatz von z.B. Siliconen gedacht. Wei- terhin soll der Term keiner Beschränkung im Hinblick auf die Molekülgröße, insbesondere auf polymere und/oder oligomere Materialien unterliegen, sondern es ist durchaus auch der Einsatz von „small molecules“ möglich.

Im folgenden wird die Erfindung noch anhand zweier Figuren, die eine Draufsicht und einen Querschnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen organischen elektronischen Bauteils zeigen:

5

Figur 1 zeigt eine Aufsicht auf eine Schaltung mit einer strukturierten halbleitenden Funktionsschicht. Zu sehen ist eine organische Schaltung, die auf einem Substrat (verdeckt) aufgebaut ist. Es sind mehrere aktive Elemente wie organische  
10 Feld-Effekt-Transistoren nebeneinander angeordnet, zu erkennen sind jeweils die Source/Drain Elektroden 2. Der schraffierte Bereich zeigt die organische Halbleiterschicht 1, die strukturiert ist und Teilbereiche 3 hat, die frei von halbleitendem Funktionsmaterial sind. Durch den freien Bereich 3  
15 („frei“ heißt hier weder mit leitendem noch mit halbleitendem Material bedeckt) wird ein Leckstrom vom linken in den rechten Bereich der Schaltung unterdrückt.

Figur 2 zeigt einen OFET mit dem Substrat 4 und den Source/Drain Elektroden 2. Auf der leitenden Funktionsschicht, den Source/Drain Elektroden 2 befindet sich die strukturierte  
20 halbleitende Funktionsschicht 1, die sich nicht ganzflächig über die leitende Funktionsschicht 2 erstreckt, sondern die durch den Lack 6, der das Substrat 4 partiell gegen die Benetzung mit halbleitender Funktionsschicht 1 abdeckt, unterbrochen, also strukturiert nur die aktiven Flächen, das heißt  
25 die Flächen oberhalb der Source/Drain Elektroden, bedeckt. Die halbleitende Funktionsschicht ihrerseits wird durch die isolierende Funktionsschicht 5 bedeckt, auf der sich die Gate-Elektroden 7 befinden.  
30

Die Erfindung betrifft ein organisches elektronisches Bauelement wie einen organischen Feld-Effekt-Transistor und ein Herstellungsverfahren dazu, wobei eine dünne Schicht, wie die  
35 halbleitende Schicht des Bauelements strukturiert ist, obwohl das Bauelement im preisgünstigen Druckverfahren herstellbar ist. Um dies zu erreichen wird die untere Funktionsschicht

durch eine Behandlung so präpariert, dass sie Teilbereiche hat, auf denen im nachfolgenden Prozessschritt Benetzung stattfindet und Teilbereiche, auf denen keine Benetzung erfolgt.

## Patentansprüche

1. Organisches elektronisches Bauelement mit einer strukturierten Funktionsschicht einer Dicke kleiner 100nm, wobei die  
5 Strukturierung dadurch entsteht, dass eine untere Funktionsschicht nur partiell mit dem organischen Funktionsmaterial der nächsten Funktionsschicht benetzt wird.
2. Organisches elektronisches Bauelement nach Anspruch 1, bei  
10 dem die strukturierte Funktionsschicht eine halbleitende Funktionsschicht ist.
3. Verfahren zur Herstellung eines organischen elektronischen Bauelements, bei dem durch gezielte Behandlung einer unteren  
15 Funktionsschicht eine obere Funktionsschicht trotz großflächiger Auftragung strukturiert erzeugt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem eine halbleitende Funktionsschicht strukturiert erzeugt wird.  
20
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die untere Funktionsschicht durch einen Lack partiell abgedeckt wird, der durch Drucken in ganz geringer Schichtdicke aufbringbar ist.

FIG 1

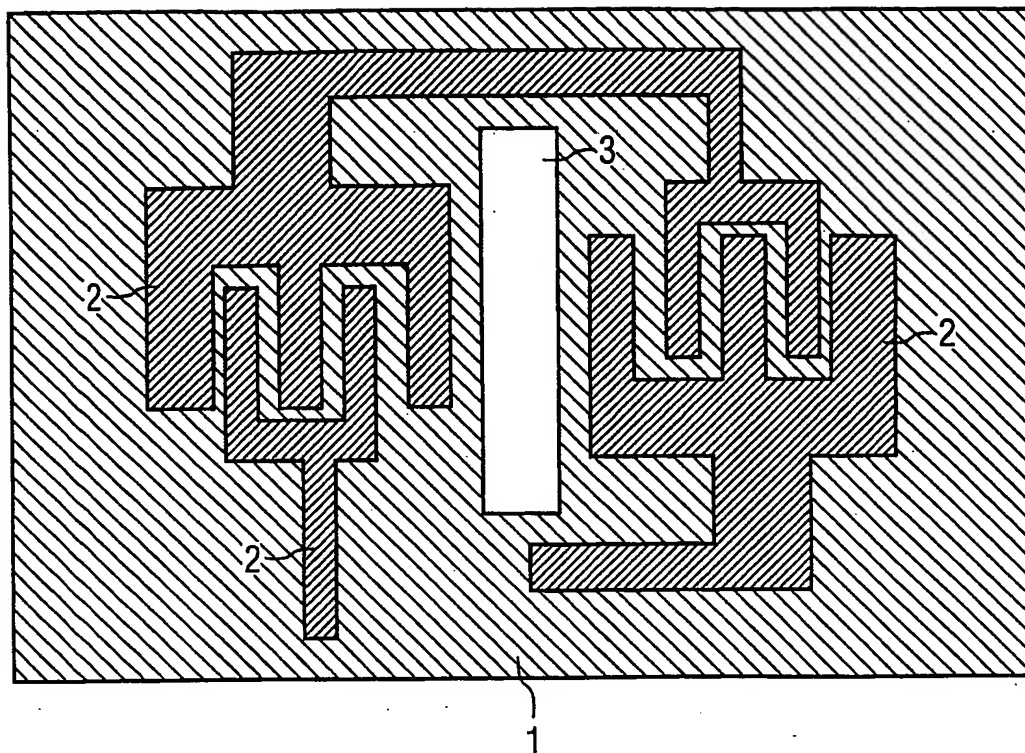


FIG 2

